

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3137435号
(P3137435)

(45) 発行日 平成13年2月19日 (2001.2.19)

(24) 登録日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1334		G 0 2 F 1/1334
1/13	5 0 5	1/13 5 0 5
H 0 4 N 5/66	1 0 2	H 0 4 N 5/66 1 0 2 A
5/74		5/74 F

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平4-171383
(22) 出願日 平成4年6月30日 (1992.6.30)
(65) 公開番号 特開平6-18858
(43) 公開日 平成6年1月28日 (1994.1.28)
審査請求日 平成9年9月4日 (1997.9.4)
前置審査

(73) 特許権者 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 大前 秀樹
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電
器産業株式会社内
(72) 発明者 高原 博司
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電
器産業株式会社内
(74) 代理人 100068087
弁理士 森本 義弘
審査官 後藤 時男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶パネルおよびそれを用いた液晶投写型テレビ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する2枚の基板のうち少なくとも一方の基板が透明であり、前記2枚の基板の対向する面に光透過性を有する電極層が形成され、前記2枚の基板間に高分子分散液晶層を挟持し、かつ前記2枚の基板のうち少なくとも一方の基板上で前記高分子分散液晶層に相對する面に、光透過性を有する等方性媒質で複数の突起物を形成し、前記突起物間の液晶が一定方向に配向しているとともに、前記突起物は高分子分散液晶層を形成する高分子材料を用いて形成されることを特徴とする液晶パネル。

【請求項2】 対向する2枚の基板のうち少なくとも一方の基板が透明であり、前記2枚の基板の対向する面に光透過性を有する電極層が形成され、前記2枚の基板間に高分子分散液晶層を挟持し、かつ前記2枚の基板のう

2

ち少なくとも一方の基板上で前記高分子分散液晶層に相對する面に、光透過性を有する等方性媒質で複数の突起物を形成し、前記突起物間の電極層が前記高分子分散液晶層と接しているとともに、少なくとも前記突起物間の液晶が一定方向に配向していることを特徴とする液晶パネルと、光発生手段と、投写レンズとを具備し、前記光発生手段が発した光を前記液晶パネルに導く第1の光学要素部品として、液晶パネル内に形成されたストライプ状の突起物と平行な方向と垂直な方向で曲率が異なり、垂直な方向により大きな曲率を有するアナモフィックレンズを具備することを特徴とする液晶投写型テレビ。

【請求項3】 対向する2枚の基板のうち少なくとも一方の基板が透明であり、前記2枚の基板の対向する面に光透過性を有する電極層が形成され、前記2枚の基板間に高分子分散液晶層を挟持し、かつ前記2枚の基板のう

ち少なくとも一方の基板上で前記高分子分散液晶層に相対する面に、光透過性を有する等方性媒質で複数の突起物を形成し、前記突起物間の電極層が前記高分子分散液晶層と接しているとともに、少なくとも前記突起物間の液晶が一定方向に配向していることを特徴とする液晶パネルと、光発生手段と、投写レンズとを具備し、前記液晶パネルで変調された光を投影する第2の光学要素部品として、開口径が方向によって異なる異形絞りを具備することを特徴とする液晶投写型テレビ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶投写型テレビに用いる液晶パネルおよび主として小型の液晶パネルに表示された画像をスクリーン上に拡大投影する液晶投写型テレビに関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は軽量、薄型など数多くの特徴を有するため有用であり、その研究開発が盛んである。しかし、大画面化が困難であるなどの問題点も多い。そこで近年、小型の液晶パネルの表示画像を投写レンズなどにより拡大投影し、大画面の表示画像を得る液晶投写型テレビがにわかに注目を集めてきている。現在、商品化されている液晶投写型テレビには液晶の旋光特性を利用したツイストネマチック（以後、TNと呼ぶ）液晶パネルが用いられている。

【0003】まず、一般的な液晶パネルについて説明する。図9は液晶パネルの平面図である。図9において、91はスイッチング素子としての薄膜トランジスタ（以後、TFTと呼ぶ）などが形成されたガラス基板（以後、アレイ基板と呼ぶ）、92はITOなどからなる透明電極が形成された基板（以後、対向基板と呼ぶ）、96はアレイ基板91上のゲート信号線に接続されたTFTのオン・オフを制御する信号を印加するドライブIC（以後、ゲートドライブICと呼ぶ）、95はアレイ基板91上のソース信号線にデータ信号を印加するためのドライブIC（後ソースドライブICと呼ぶ）、93は偏光フィルム、94は液晶を封止するための封止樹脂であり、これらの各構成要素によって液晶パネルが構成されている。なお、以後、同一符号を付したものは同一内容あるいは同一構成もしくは近似的なものである。

【0004】図10(a)は従来の液晶パネルの一面素部の平面図である。また、図10(b)は図10(a)のD-D'線での断面図である。ただし、図面は説明を容易にするために説明に不要な箇所は省略しており、また、モデル的に描いている。以上のことは以下の図面に対しても同様である。

【0005】図10(a)(b)において、12はソース信号線であり、その一端は図9におけるソースドライブIC95に接続されている。11はゲート信号線であり、その一端は図9におけるゲートドライブIC96に接続されて

いる。16は第1の電極、つまりITOからなる画素電極14が形成されたアレイ基板である。13はTFTの形成位置である。次に、図11において、21は対向基板、111はTN液晶からなる層（以後、TN液晶層と呼ぶ）であり、その膜厚は5μm前後である。また、対向電極22上には遮光層（ブラックマトリクス）112が形成されており、対向電極22と画素電極14上にはポリイミド樹脂などの有機物からなる配向膜（図示せず）が形成されている。なお、一画素の大きさは500μm～30μm程度である。

10

【0006】図12に従来の液晶パネルであるTN液晶パネルの動作の説明図を示す。図12において、121は偏光板、122は偏光方向、123は透明電極、124は液晶分子、125は信号源、126はスイッチである。上記各構成要素よりなる液晶パネルにおいてオフ状態では入射光が90度回転し、オン状態では回転せずに透過する。したがって、2枚の偏光板121の偏光方向が直交していれば、オフ状態では光が透過、オン状態では遮光される。ただし、偏光方向が互いに平行であればその逆になる。以上のようにTN液晶パネルは光を変調し画像を表示する。

20

【0007】以下、上記液晶パネルを用いた従来の液晶投写型テレビについて図13を参照しながら説明する。図13は従来の液晶投写型テレビの構成図である。図13において、131は集光光学系、132は赤外線透過させる赤外線カットミラー、133aは青色光反射ダイクロイックミラー（以後、BDMと呼ぶ）、133bは緑色光反射ダイクロイックミラー（以後、GDMと呼ぶ）、133cは赤色光反射ダイクロイックミラー（以後、RDMと呼ぶ）、134a、134b、134c、136a、136b、136cは偏光板、135a、135b、135cは透過型の従来のTN液晶パネル、137a、137b、137cは投写レンズ系である。なお、説明に不要な構成物、たとえばフィールドレンズなどは図面から省略している。

30

40

【0008】上記構成要素よりなる従来の液晶投写型テレビについて、以下に各構成要素の関係と動作について図13を参照しながら説明する。まず、集光光学系131から出射された白色光はBDM133aにより青色光（以後、B光と呼ぶ）が反射され、このB光は偏光板134aに入射される。BDM133aを透過した光はGDM133bにより緑色光（以後、G光と呼ぶ）が反射され偏光板134bに、また、RDM133cにより赤色光（以後、R光と呼ぶ）が反射され偏光板134cにそれぞれ入射される。各偏光板134a、134b、134cでは各色光の縦波成分または横波成分の一方の光のみを透過させ、光の偏光方向をそろえて各液晶パネル135a、135b、135cに照射させる。この際、50%以上の光は前記偏光板134a、134b、134cで吸収され、透過光の明るさは最大でも半分以下になってしまう。

50

【0009】各液晶パネルは映像信号により前記透過光を変調する。変調された光はその変調度合により各偏光板136a、136b、136cを透過し、各投写レンズ系137a、13

7b、137cに入射して、前記レンズ系によりスクリーン（図示せず）に拡大投影される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】前述の説明でも明らかなように、TN液晶を用いた液晶パネル135a、135b、135cでは、直線偏光の光を入射させる必要がある。したがって、TN液晶パネル135a、135b、135cの前後には偏光板134a、134b、134c、136a、136b、136cを配置する必要がある。前述の偏光板は理論的に50%以上の光を吸収してしまう。したがって、従来の課題としてスクリーンに拡大投影した際、低輝度画面しか得られないという課題がある。

【0011】本発明は前述のことを考慮し、すなわちTN液晶を用いると偏光板により50%以上の光が吸収されてしまうため、光利用率が低く、高輝度表示が行えないという課題があり、そこで、偏光板を用いる必要の無い高分子分散液晶を用い、高輝度表示高コントラストの液晶パネルおよび液晶投写型テレビを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の液晶パネルは、対向する2枚の基板のうち少なくとも一方の基板が透明であり、前記2枚の基板の対向する面に光透過性を有する電極層が形成され、前記2枚の基板間に高分子分散液晶層を挟持し、かつ前記2枚の基板のうち少なくとも一方の基板上で前記高分子分散液晶層に相対する面に、光透過性を有する等方性媒質で複数の突起物を形成し、前記突起物間の液晶が一定方向に配向しているとともに、前記突起物は高分子分散液晶層を形成する高分子材料を用いて形成する。

【0013】また本発明の液晶投写型テレビは、対向する2枚の基板のうち少なくとも一方の基板が透明であり、前記2枚の基板の対向する面に光透過性を有する電極層が形成され、前記2枚の基板間に高分子分散液晶層を挟持し、かつ前記2枚の基板のうち少なくとも一方の基板上で前記高分子分散液晶層に相対する面に、光透過性を有する等方性媒質で複数の突起物を形成し、前記突起物間の電極層が前記高分子分散液晶層と接しているとともに、少なくとも前記突起物間の液晶が一定方向に配向していることを特徴とする液晶パネルと、光発生手段と、投写レンズとを具備し、前記光発生手段が発した光を前記液晶パネルに導く第1の光学要素部品として、液晶パネル内に形成されたストライプ状の突起物と平行な方向と垂直な方向で曲率が異なり、垂直な方向により大きな曲率を有するアナモフィックレンズを具備する。また本発明の液晶投写型テレビは、対向する2枚の基板のうち少なくとも一方の基板が透明であり、前記2枚の基板の対向する面に光透過性を有する電極層が形成され、前記2枚の基板間に高分子分散液晶層を挟持し、かつ前記2枚の基板のうち少なくとも一方の基板上で前記高

分子分散液晶層に相対する面に、光透過性を有する等方性媒質で複数の突起物を形成し、前記突起物間の電極層が前記高分子分散液晶層と接しているとともに、少なくとも前記突起物間の液晶が一定方向に配向していることを特徴とする液晶パネルと、光発生手段と、投写レンズとを具備し、前記液晶パネルで変調された光を投影する第2の光学要素部品として、開口径が方向によって異なる異形絞りを具備する。

【0014】また赤、青、緑用に用いる液晶パネルのうち少なくとも1枚は、他の液晶パネルの突起物のピッチあるいは高さを変化させている。

【0015】

【作用】本発明者等は高分子分散液晶を用いることを考えてきた。高分子分散液晶を用いた液晶パネルは偏光板を用いないため光利用効率を非常に高くできる。

【0016】以下、高分子分散液晶について説明しておく。高分子分散液晶は、液晶と高分子の分散状態によって大きく2つのタイプに分けられる。1つは、水滴状の液晶が高分子中に分散しているタイプである。液晶は、高分子中に不連続な状態で存在する。以後、このような液晶をPDLCと呼び、また、前記液晶を用いた液晶パネルをPD液晶パネルと呼ぶ。もう1つは、液晶層に高分子のネットワークを張り巡らせたような構造を採るタイプである。ちょうどスポンジに液晶を含ませたような格好になる。液晶は水滴状とならず連続に存在する。以後、このような液晶をPNLCと呼び、また前記液晶を用いた液晶パネルをPN液晶パネルと呼ぶ。前記2種類の液晶パネルで画像を表示するためには光の散乱・透過を制御することにより行なう。

【0017】PD液晶パネルは、液晶が配向している方向で屈折率が異なる性質を利用する。電圧を印加していない状態では、それぞれの水滴状液晶は不規則な方向に配向している。この状態では、高分子と液晶に屈折率の差が生じ、入射光は散乱する。ここで電圧を印加すると液晶の配向方向がそろう。液晶が一定方向に配向したときの屈折率をあらかじめ高分子の屈折率と合わせておくと、入射光は散乱せずに透過する。

【0018】これに対して、PN液晶パネルは液晶分子の配向の不規則さそのものを使う。不規則な配向状態、つまり電圧を印加していない状態では入射した光は散乱する。一方、電圧を印加し配列状態を規則的にすると光は透過する。なお、前述のPD液晶パネルおよびPN液晶パネルの液晶の動きの説明はあくまでもモデル的な考え方である。本発明においてはPD液晶パネルとPN液晶パネルのうち一方に限定するものではないが、説明を容易にするためPD液晶パネルを例にあげて説明する。また、PD液晶パネルおよびPN液晶パネルを総称して高分子分散液晶パネルと呼ぶ。さらに、高分子分散液晶パネルに注入する液晶を含有する液体を総称して液晶溶液または樹脂と呼び、前記液晶溶液中の樹脂成分が重合

硬化した状態をポリマーと呼ぶ。

【0019】このような分散タイプの液晶表示素子の液晶層となる高分子分散液晶層におけるポリマーマトリクスとしては、基本的には透明であれば、熱可塑性樹脂でも熱硬化性樹脂であってもさしつかえないが、紫外線硬化型の樹脂が最も簡便で、性能も良く一般に使用されることが多い。その理由として従来のTNモード液晶パネルの製造方法がそのまま応用できるためである。従来の液晶パネルの製造方法として、まず上下2枚の基板にあらかじめ所定の電極パターンを形成しておき、この電極

同士が対向するように2枚の基板を重ね合わせる。この際に所定の大きさの粒径の揃ったスペーサを基板間にはさみこみ、2枚の基板の間隙を保持できるようにした状態で2枚の基板をエポキシ樹脂のシール材で固定させる。次にこのようにして得られた空セルの中に液晶を注入するといった製造方法が多く用いられている。

【0020】この製造方法を応用して分散タイプの液晶パネルを製造するためには、ポリマーマトリクスの材料を紫外線硬化型の樹脂、特にその一例としてアクリル系の樹脂を用いれば、注入前においてはモノマーあるいは／およびオリゴマーといった比較的低粘度な前駆体として存在し、液晶とのブレンド物は常温で注入するのに十分な流動性を有しているので、従来の液晶パネルの製造方法を応用して、注入後に光照射して硬化反応を進めて高分子分散液晶層を形成するという方法を用いれば容易に分散タイプの液晶パネルを作成できる。

【0021】また、注入した後にパネルに紫外線を照射することによって樹脂のみ重合反応を起こしてポリマーとなり、液晶のみ相分離して、樹脂分と比較して液晶の量が少ない場合は独立した粒子状の液晶滴が形成され、一方液晶の量が多い場合は高分子マトリクスが液晶材料中に粒子状またはネットワーク状に存在し、液晶が連続層を成すように形成される。この際に液晶滴の粒子径、もしくはポリマーネットワークの孔径がある程度均一で

なおかつ大きさとしては $0.1\mu\text{m}$ ～数 μm の範囲でなければ光の散乱性は悪く、コントラストが上がらない。このためには比較的短時間で硬化が終了しうる材料でなければならず、紫外線硬化型樹脂が望ましい。

【0022】高分子分散液晶パネルの動作について図14

(a) (b) を用いて簡単に述べる。図14(a) (b) は高分子分散液晶パネルの動作の説明図である。図14

(a) (b) において、141はアレイ基板、142は画素電極、143は対向電極、144は水滴状液晶、145はポリマー、146は対向基板である。画素電極142にはTFTなどが接続され、TFTのオン・オフにより画素電極に電圧が印加されて、画素電極上の液晶配向方向を可変させて光を変調する。図14(a)に示すように電圧を印加していない状態では、それぞれの水滴状液晶144は不規則な方向に配向している。この状態ではポリマー145と液晶との屈折率差が生じ入射光は散乱する。ここで図14

(b)に示すように画素電極に電圧を印加すると液晶の方向がそろう。液晶が一定方向に配向したときの屈折率をあらかじめポリマーの屈折率と合わせておくと、入射光は散乱せずにアレイ基板141より出射する。

【0023】以上のように、高分子分散液晶パネルは偏光板を用いないため、光利用効率が高く、非常に高輝度の表示画像が得られる。しかし、前記液晶を液晶パネルに用いようとするとき次の課題がある。

【0024】一つは高分子分散液晶層と対向電極あるいは画素電極との剥離である。これはITOなどで構成される電極と高分子分散液晶層との密着度が低いために発生する。液晶投写型テレビでは光源としてのランプ点灯時には液晶パネルには50～60度の温度が印加され、逆に消灯時には室温の10～30度となる。したがって、液晶投写型テレビの電源をオン・オフすることにより液晶パネルはヒートショック試験を行なわれているような過酷な状態にさらされる。このヒートショック状態などにより前述の剥離が発生する。

【0025】他の1つは散乱特性が悪いという点である。この高分子分散型液晶パネルをデバイスとして実用化しうる際には低電圧で駆動でき、十分なコントラストを有していることが要求される。表示性能に最も影響をおよぼす特性がこのコントラストであり、直視のもので30:1以上、投写のもので200:1以上が望まれ、これ以上のものでは表示の認識が不十分となる。コントラストを大きくするためには黒レベルでの透過率をできるだけ小さく抑える。すなわち、光散乱特性を高めることが必要である。高分子分散液晶パネルに於いて光散乱性能を向上させるには、高分子マトリクス内の液晶滴の粒径の最適化、液晶材料の Δn の増大、液晶滴内の液晶分子のランダム度の増加などの手法が考えられる。しかし、現状では高分子分散液晶パネルの光散乱特性はまだ低く、理想的な散乱状態である完全拡散状態には達していない。

【0026】特に投写型ディスプレイとして用いる場合、現状一般的に用いられているFナンバーが4～5の投写レンズを用いると、現状の高分子分散液晶パネルを使用した場合の白表示と黒表示の明るさの比は約50:1であり、コントラストの悪い表示となる。

【0027】ここで高分子分散液晶を用いた液晶パネルについて説明する。ポリマーの屈折率 n_p と同一またはその近傍の屈折率の光透過性材料で突起物を形成し、光透過性材料の屈折率 n_t とする。また、液晶の常光屈折率 n_o 、異常光屈折率を n_e とし、 $n_e = n_o$ とする。図14(a)に示すようにオフ状態のとき、液晶層の全体としての屈折率 n_x はマクロ的にポリマーの屈折率 n_p 、液晶の屈折率 n_o と n_e があわさった屈折率を示す。ただし液晶が配向している場合には液晶の見かけの屈折率は $(n_o + n_e)/2$ となり、屈折率を大きく取ることが可能となってくる。突起物の屈折率 n_t と n_x

は異なるため、両者間に屈折率差が生じる。液晶パネルに入射した光は突起物により回折され、直進する成分が少なくなる。言い換えればこの突起物は回折格子として作用する（以下突起物は回折格子と呼ぶ）。このことは散乱状態がみかけ上高くなることを意味する。図14

(b)に示すようにオン状態のとき、液晶分子は一定の方向にならび、 $n_o = n_e = n_x$ となる。したがって、 $n_o = n_e = n_x$ となる。このことは液晶層の屈折率 n_x と回折格子の屈折率 n_e の屈折率差が無くなることを意味する。したがって、回折格子が形成されてないのと同じの状態となるから、入射光はそのまま直進する。液晶層とポリマーおよび液晶層と回折格子の屈折率差が大きければ、その散乱性能および回折効率が大きくなる。

【0028】また、回折格子の形成は対向電極あるいは画素電極上に凹凸を形成していることになる。このことは液晶層と前記電極間の密着性を高める。回折格子の材料に光透過性材料を選定すれば、画素の開口率は低下しない。

【0029】

【実施例】以下、図面を参照しながら、本発明の一実施例の液晶パネルについて説明する。図1(a)は一実施例の液晶パネルの一画素の平面図である。ただし、図面を見易くするために従来例と同様に図1(a)からは対向電極基板などを省略している。また、先にも述べたように、図面はモデル的に描いている。たとえば、回折格子の本数、幅、形状などもこれに該当する。つまり、この本数、幅などに限定するものではない。具体的には、画素サイズは200~30 μ m、回折格子のピッチPは30~2 μ mである。したがって、通常図1に示すよりも回折格子の本数は多い。図1(b)は図1(a)のA-A'線での断面図である。なお、図2(a)は図1(a)のアレイ基板16上に対向基板21を取り付け、高分子分散液晶23を前記基板間に注入したときの断面図である。図2(a)ではゲート信号線11、ソース信号線12ならびにTFT遮蔽するブラックマトリックスを省いたが、対向基板21に設けても良い。図1(a)(b)において、15はアレイ基板16上に形成された突起物(回折格子)である。回折格子の材料としてはSiO_x、SiNx、TaO_x、ガラス系物質などの無機物質、ポリイミド、アクリル系樹脂などの有機物質などが例示される。材料の選定としては高分子分散液晶層23のポリマーの屈折率に対応して決める。各材料の屈折率は液晶の常光屈折率 n_o は1.45~1.55、液晶の異常光屈折率 n_e は1.65~1.80、ポリマーの屈折率 n_p は1.45~1.55のものがよく用いられる。また $n_o = n_e$ にしておく場合が多い。

【0030】回折格子の誘電率も、使用する液晶の配向ベクトルに垂直な方向の誘電率より大きく、平行の誘電率より小さいものがよい。好ましくは使用する液晶の配向ベクトルに平行な方向の誘電率と一致させる。このようにすることにより回折格子の上部の液晶層にも充分な

電界を与えることができるとともにその電界方向も基板と垂直な方向となる。

【0031】前記液晶パネルに用いる液晶材料としてはネマチック液晶、スメクチック液晶、コレステリック液晶が好ましく、単一もしくは2種類以上の液晶性化合物や液晶性化合物以外の物質も含んだ混合物であってもよい。また、先に述べた液晶材料のうち異常光屈折率 n_e と常光屈折率 n_o の差の比較的大きいシアノビフェニル系のネマチック液晶が最も好ましい。高分子マトリックス材料としては透明なポリマーが好ましく、ポリマーとしては、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂のいずれであっても良いが、製造工程の容易さ、液晶相との分離などの点より紫外線硬化タイプの樹脂を用いるのが好ましい。具体的な例として紫外線硬化性アクリル系樹脂が例示され、特に紫外線照射によって重合硬化するアクリルモノマー、アクリルオリゴマーを含有するものが好ましい。

【0032】このような高分子形成モノマーとしては、2-エチルヘキシルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、ネオペンチルグリコールアクリレート、ヘキサジオールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールアクリレートなどである。

【0033】オリゴマーもしくはプレポリマーとしては、ポリエステルアクリレート、エポキシアクリレート、ポリウレタンアクリレートなどが挙げられる。また重合を速やかに行なうために重合開始剤を用いても良く、この例として、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン(メルク社製「ダロキュア1173」)、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン(メルク社製「ダロキュア1116」)、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン(チバガイギー社製「イルガキュア184」)、ベンジルメチルケタール(チバガイギー社製「イルガキュア651」)などが挙げられる。

【0034】その他に任意成分として連鎖移動剤、光増感剤、染料、架橋剤などを適宜併用することができる。この紫外線硬化性化合物中に液晶材料を均一に溶解させた液状ないしは粘稠物を2枚の基板間に注入させた後に、紫外線照射を行って紫外線硬化性化合物のみを硬化させ、その際に液晶材料のみ相分離して高分子分散液晶層が形成される。

【0035】高分子分散液晶層中の液晶材料の割合はここで規定していないが、一般には20重量%~90重量%程度が良く、好ましくは50重量%~70重量%程度が良い。20重量%未満であると液晶滴の量が少なく、散乱の効果が乏しい。また90重量%超となると高分子と液晶が上下2層に相分離する傾向が強まり、界面の割合は小さくなり

光散乱は低下する。高分子分散液晶層の構造は液晶分率によって変わり、だいたい50重量%未満では液晶滴は独立したドロップレット状として存在し、50重量%以上となると高分子と液晶が互いに入り組んだ連続相となる。

【0036】たとえば紫外線照射を行う際に、パネルの基板面と平行な方向に磁界を印加し、2枚の基板間に注入した液晶分子をその磁界方向に配向させたまま紫外線を照射するとそのまま液晶分子は固定され、図2(b)の斜視図に模式的に示すように液晶分子24は回折格子15と平行にその分子長軸を並べて配向する。このとき液晶層の見かけの屈折率は $(n_o + n_e)/2$ となる。

【0037】正の誘電異方性を有する液晶を用いた場合を考える。オフ状態のときの液晶層23の屈折率 n_x は $(n_o + n_e)/2$ で示される。逆にオン状態のときは n_o となる。したがって、液晶がオフ状態のとき回折格子を出現させ、オン状態のとき回折格子を消滅させるためには、回折格子の屈折率 $n_t = n_o$ 。もしくは、その近傍の値となるようにすればよい。つまり、液晶がオフ状態のときは液晶層の屈折率 n_x は $(n_o + n_e)/2$ であるから $n_t \neq n_x$ であり、回折格子15と液晶層23に屈折率差 $\Delta n = (n_o - n_e)/2$ が生じる。逆に液晶がオン状態のときは液晶層の屈折率は n_o となるから $n_o = n_t$ となり、 $n_t = n_o$ となる。つまり、回折格子15と液晶層23に屈折率差がなくなる。

【0038】もし液晶分子24が配向せずランダムな方向を向いていると考えた場合のオフ状態のときの液晶層23の屈折率 n_x は $(2n_o + n_e)/3$ となる。回折格子15と液晶層23との屈折率差 $\Delta n = (n_o - n_e)/3$ となる。これと比較すると液晶分子24を配向させた場合の方が回折格子15と液晶層23との屈折率差 Δn を大きく取

【0039】また回折格子の屈折率 n_t とポリマーの屈折率 n_p の屈折率差は0.1以内にすることが望ましく、さらには0.1以内の材料を選定すべきである。以上の検討から、回折格子の形成材料としては、現状の無機材料としてはプロセス上形成・加工が容易な SiO_2 が適していると考えられる。 SiO_2 の屈折率は通常1.45~1.50程度である。また、形成方法としては SiO_2 を蒸着後、パターンマスクを形成しエッチングすればよい。また、有機材料としては、液晶層23に用いるものと同一の透明なポリマーを用いるのが最適である。上記のような材料を用いた回折格子の形成方法としては、ロールコートあるいはスピンナーなどで基板上に塗布し、パターンマスクを用いて必要な部分のみ重合するなどすればよい。また、ポリマー+ドーパントからなる感光性樹脂を基板にスピンコートし、パターンマスクを介して露光したのち、減圧加熱によりドーパントを昇華させる方式でドライ現像する方法もある。

【0040】回折格子15のピッチ p 、高さ d は変調する光の波長 λ 、液晶層23の屈折率および光学系の光の指向

性および必要とする回折効率などによりかなり異なる。電圧無印加の状態、出射光線は散乱および回折の影響を受けている。たとえば図1の如く、回折格子15が矩形断面形状の場合は回折角度 θ 、および0次回折光の効率 η_o は以下のように与えられる。

【0041】

$$\sin \theta = m \lambda / p \quad (\text{但し } m \text{ は回折次数})$$

$$\eta_o = 0.5 * (1 + \cos \delta)$$

但し、 $\delta = 2 \pi \Delta n d / \lambda$

したがって、ピッチ p ・高さ d は光学系の光の指向性、回折角度 θ 、波長 λ により決定すべきである。しかし、回折格子形成上のプロセス条件などに左右されることも多い。およそピッチ t は $2 \mu m \sim 60 \mu m$ であり、中でも $4 \mu m \sim 20 \mu m$ が最適である。なお、プロセス上、回折格子の形状はサインカーブ状あるいは台形状となることが多いが、所望の回折効率・回折角度にあわせて設計すれば、その効果には問題がない。このことは以下の他の実施例についても同様である。

【0042】また、液晶層の膜厚は $5 \mu m \sim 25 \mu m$ の範囲が好ましく、内でも $8 \mu m \sim 15 \mu m$ の範囲が好ましい。これは、膜厚が $25 \mu m$ 超になると液晶パネルに入射した光は完全拡散状態となり散乱特性が良好となるが、駆動に高電圧が必要になる。一方、膜厚が $5 \mu m$ 未満であれば低い電圧で駆動できるが散乱特性が悪くなり、コントラストが低くなる。

【0043】液晶分子24を配向させる他の方法としては従来TNモード液晶で用いられているようにラビング処理などで直接回折格子15を布などでこすりつけても良い。以下、本発明の第2の実施例について説明するが、説明は第1の実施例との差異のみにとどめる。したがって、説明のない事項は第1の実施例と同様である。以上のことは以下の他の実施例についても同様である。図3(a)は本発明の第2の実施例における液晶パネルの断面図である。第2の実施例における液晶パネルでは、画素電極14上に形成した突起物35の間の画素電極上にも、突起物35を構成する材料が薄膜状に形成されている。この部分の厚みはおよそ200オングストロームから1ミクロン程度が好ましく、あまり厚くなると電圧降下が起こり、液晶に電界がかからなくなり駆動しなくなる。この突起物35間をラビング処理することで図3(b)の斜視図に模式的に示すように、液晶分子24を配向させる。

【0044】以下、本発明の第3の実施例について説明する。図4(a)に本発明の液晶パネルの一面素の平面図を示す。画素電極14上には、ブロック状、あるいは柱状に突起物45が一定の間隔をおいて形成されている。第1または第2の実施例では、突起物はストライプ状に形成されていたために、入射した光は1次元にしか回折しなかった。本実施例のように突起物を形成すれば、入射した光は2次元に回折する。第1または第2の実施例のように液晶を配向させることにより、さらに散乱および

回折の効果を高める。図 4 (b) は図 4 (a) の B-B' 線での断面図である。

【0045】以下、図面を参照しながら本発明の液晶投写型テレビについて説明する。図 5 は本発明の液晶投写型テレビの一実施例の構成図である。ただし、説明に不要な構成要素は省略している。図 5 において、51 は集光光学系であり、内部に凹面鏡および光発生手段として 250 W のメタルハライドランプを有している。また凹面鏡は有視光のみを反射させるように構成されている。さらに集光光学系 51 の出射端には紫外線カットフィルタが配置されている。52 は赤外線透過させ有視光のみを反射させる赤外線カットミラーである。ただし、赤外線カットミラー 52 は集光光学系 51 の内部に配置してもよいことは言うまでもない。また、53a は BDM、53b は GDM、53c は RDM である。なお、BDM 53a から RDM 53c の配置は前記の順序に限定するものではなく、また、最後の RDM 53c は全反射ミラーにおきかえてもよいことは言うまでもない。

【0046】54a、54b および 54c は本発明の液晶パネルである。なお、液晶パネルのうち R 光を変調する液晶パネル 54c 内に形成される回折格子の高さ d を他の液晶パネルの回折格子の高さ d よりも $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ 高く形成している。これは、回折度合は変調する光の波長に依存するためである。また、必要に応じて青光変調用の液晶パネル 54a の回折格子の高さも緑用に比較して $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ 低く形成する。また、R 光を変調する液晶パネル 54c は他の液晶パネルに比較して水滴状液晶粒子径を大きく、もしくは液晶膜厚も厚めに構成している。これは光が長波長になるほど散乱特性が低下するためである。水滴状液晶の粒子径は、重合させるときの紫外線光を制御することあるいは使用材料を変化させることにより制御が可能である。液晶膜厚は液晶層中のピーズ径を変化することにより調整できる。55a、55b、55c、57a、57b および 57c はレンズ、56a、56b および 56c は絞りとしてのアパーチャである。なお、55、56 および 57 で投写レンズ系を構成している。また、アパーチャ 56 は投写レンズ系の FNo. が大きいとき必要がないことは明らかである。

【0047】以下、本実施例の液晶投写型テレビの動作について説明する。なお、赤 (R) 緑 (G)、青 (B) 光のそれぞれの変調系については、ほぼ同一動作であるので B 光の変調系について例にあげて説明する。まず集光光学系 51 から白色光が照射され、前記白色光の B 光成分は BDM 53a により反射される。この B 光は高分子分散液晶パネル 54a に入射する。散乱した光はアパーチャ 56a で遮光され、逆に平行光または所定角度内の光はアパーチャ 56a を通過する。変調された光は投写レンズ 57a によりスクリーン (図示せず) に拡大投影される。以上のようにして、スクリーンには画像の B 光成分が均一に表示される。同様に高分子分散液晶パネル 54b は G 光

成分の光を変調し、また、高分子分散液晶パネル 54c は R 光成分の光を変調して、スクリーン上にはカラー画像が表示される。

【0048】投写レンズ系の配置などは、以下のとおりである。まず、液晶表示装置の高分子分散液晶パネル 54 とレンズ 55 との距離 L と、レンズ 55 とアパーチャ 56 までの距離はほぼ等しくなるように配置される。以上のような投写レンズ系は各液晶パネルを透過した平行光線を透過させ、各液晶パネルで散乱した光を遮光させる役割を果たす。その結果、スクリーン上に高コントラストのフルカラー表示が実現できる。アパーチャの開口径 D を小さくすればコントラストは向上する。しかし、スクリーン上の画像輝度は低下する。

【0049】本発明の液晶パネルの液晶層の膜厚が、 $10\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ のときレンズの集光角 θ は全角で 8 度以下にする必要があった。中でも 6 度前後が最適であり、そのとき、コントラストは画面中心部で 100:1 であり、リア方式テレビで 40 インチスクリーンに投写した際、スクリーングイン 5 で 200 ft-L 以上であり、CRT 投写型テレビと比較して、同等以上の画面輝度を得ることができた。ランプは短アークのものを用いる。より具体的には図 5 の構成図は一例として図 6 に示す斜視図などで示される。図 6 において 51 は集光光学系、53 はダイクロミックミラー、54 は本発明の液晶パネル、61、62 はレンズ、63 はミラー、64a、64b および 64c は投写レンズまたはアパーチャを具備した投写レンズ系である。

【0050】ところが回折格子を有する高分子分散液晶パネルにおいては、出射する光の波面方向によって散乱 (回折) の度合いが異なる。図 7 に本発明の液晶パネルが OFF 時にパネルより出射される光の強度分布をモデル的に示した。図 7 (a) に回折格子 15 と垂直な方向の波面の光の強度分布を示した。このとき入射した光は散乱するとともに、回折して出射する。ところが図 7

(b) に示すように、回折格子 15 と平行な方向の波面の光の強度分布は回折は全くせず散乱の影響のみしか受けていない。このようにそれぞれの光の振動方向で散乱

(回折) 効果に差が生じる。そこで図 8 に本発明の液晶投写型テレビの第 2 の実施例を示すが、光がパネルに入射する前にアナモフィックレンズ 88a、88b、88c を配し、あらかじめ光の広がり角度に差をもたせてからパネルに光を入射させることにより散乱性能の異方向性を補正する。この補正は、アパーチャ 86a、86b、86c の開口率をパネルの散乱特性の違いに合わせてその方向によって異なるような形状に開けることによっても可能である。

【0051】また、本発明の液晶パネルの構成は TFT に限定するものではなく、ダイオードなどの 2 端子素子をスイッチング素子として用いる液晶表示装置でも有効である。

【0052】また、図 5 または図 8 においては光は対向

基板側から入射させるとしたが、これに限定するものではなく、アレイ基板から入射させても同様の効果が得られることは明らかである。以上のように、本発明の液晶パネルおよび液晶投写型テレビは光の入射方向に左右されるものではない。

【0053】また、本発明の液晶投写型テレビの実施例においてはリア型液晶投写型テレビのように表現したが、これに限定するものではなく反射型スクリーンに画像を投影するフロント型液晶投写型テレビでもよいことは言うまでもない。さらに、本実施例の液晶投写型テレビにおいては、ダイクロイックミラーにより色分離を行なうとしたがこれに限定するものではなく、たとえば吸収型色フィルタを用いて、色分離を行なってもよい。

【0054】また、本発明の液晶パネルは透過型液晶パネルのように説明したが、これに限定するものではなく、反射型液晶パネルでもよい。その場合は、画素電極を金属物質で反射電極にすればよい。回折格子は対向電極あるいは前記反射電極上に形成する。

【0055】また、本実施例の液晶投写型テレビにおいては、R、GおよびB光の変調系において投写レンズ系をそれぞれ1つずつ設けているが、これに限定するものではなく、たとえばミラーなどを用いて液晶パネルにより変調された表示画像を1つにまとめてから1つの投写レンズ系に入射させて投影する構成であってもよいことは言うまでもない。さらに、R・G・B光それぞれを変調する液晶パネルを設けるとしたが、これに限定するものではない。たとえば、一枚の液晶パネルにモザイク状のカラーフィルタを取付け、前記パネルの画素を投影する単パネル投写型テレビでもよい。

【0056】

【発明の効果】以上の実施例の説明より明らかなように、本発明の液晶パネルでは高分子分散液晶を用いているため、TN液晶を用いた液晶パネルに比較して2倍以上の高輝度画面を得ることができる。また、液晶パネル内に回折格子を形成しており、液晶がオン状態のときは液晶層23とのほぼ屈折率差がなくなり、回折格子が形成されていない状態となる。したがって、液晶パネルに入射した光は回折されることなくそのまま直進する。逆に液晶がオフ状態時は、液晶層23と回折格子間に屈折率差が生じ、回折格子が機能する。したがって、液晶パネルに入射した光は回折される。このことは直進する光の量が減少することを意味する。以上の回折の効果により液晶パネルのコントラストは大幅に向上する。

【0057】また、回折格子は光透過性物質で形成しているので、画素の開口率を低下することがない。また本発明によれば、高分子分散液晶層23内の液晶分子の配列をあらかじめ揃えることで見かけの屈折率を高くし、液晶とポリマーおよび液晶と回折格子の屈折率差を大きく

することができる。このことはそれぞれ散乱特性、回折効率を向上させる。

【0058】以上の本発明の液晶パネルを本発明の液晶投写型テレビに用いるとその効果は著しい。光の回折効果により画像のコントラストを大幅に向上できる。また、本発明では、アナモフィックレンズならびに異形絞りをを用いることによって、画面の明るさを均一に、かつコントラスト比を均一に得ることができる。また光の利用効率も上がるために明るい表示が得られる。さらに本発明では、特に主としてR用の液晶パネルの回折格子の高さ、液晶層の膜厚または水滴状液晶径を他のパネルと変化させることにより画像全体としてのコントラストを大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶パネルの第1の実施例の平面図および断面図

【図2】本発明の液晶パネルの第1の実施例の断面図および斜視図

【図3】本発明の液晶パネルの第2の実施例の断面図および斜視図

【図4】本発明の液晶パネルの第3の実施例の平面図および断面図

【図5】本発明の液晶投写型テレビの第1の実施例の構成図

【図6】本発明の液晶投写型テレビの他の実施例の構成図

【図7】本発明の液晶パネルより出射する光の強度分布図

【図8】本発明の液晶投写型テレビの第2の実施例の構成図

【図9】従来の液晶パネルの平面図

【図10】従来の液晶パネルの平面図および断面図

【図11】従来の液晶パネルの断面図

【図12】TN液晶パネルの動作の説明図

【図13】従来の液晶投写型テレビの構成図

【図14】高分子分散液晶パネルの動作の説明図

【符号の説明】

11 ゲート信号線

12 ソース信号線

13 TF T形成位置

14 画素電極

15 突起物

16 アレイ基板

21 対向基板

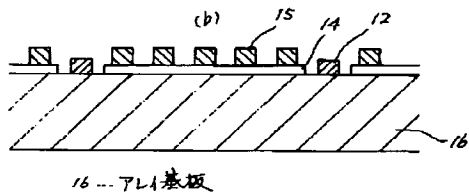
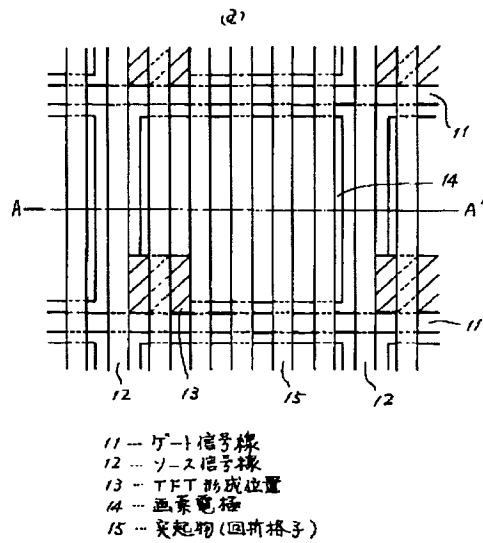
22 対向電極

23 高分子分散液晶層

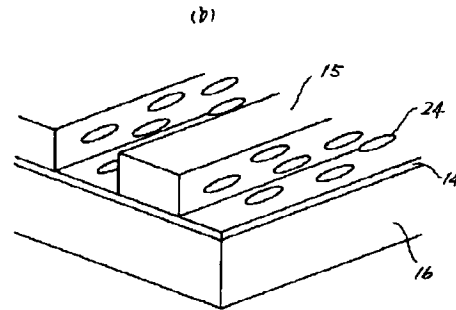
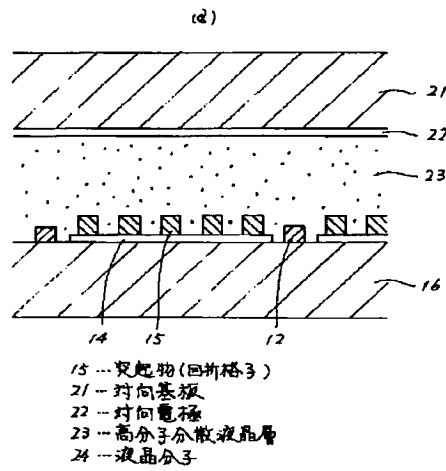
24 液晶分子

51 集光光学系

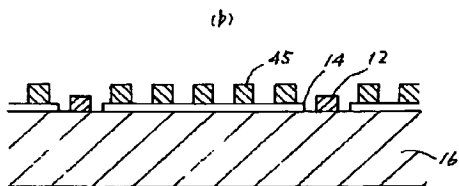
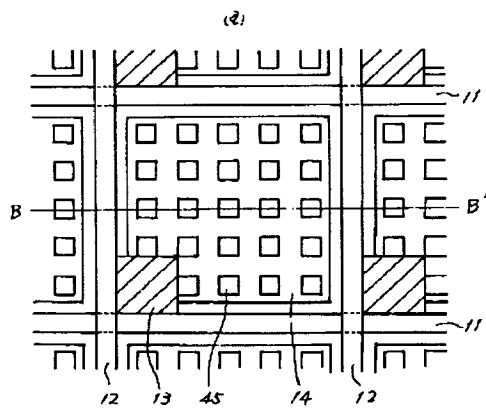
【図1】



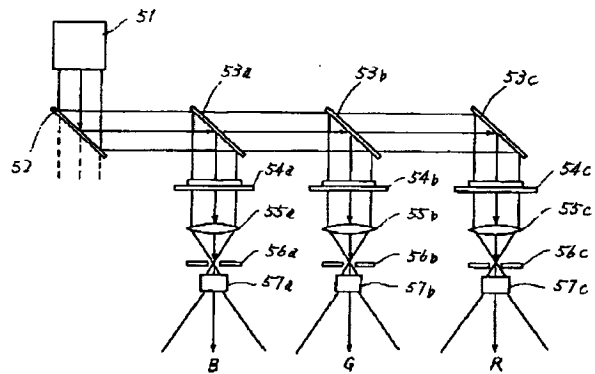
【図2】



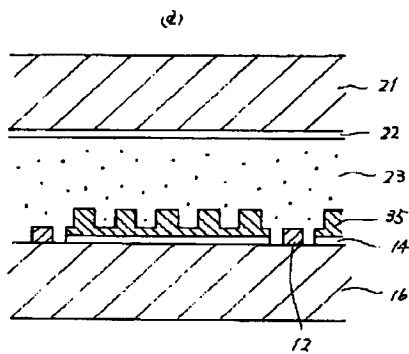
【図4】



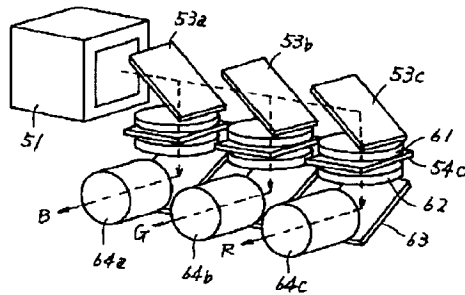
【図5】



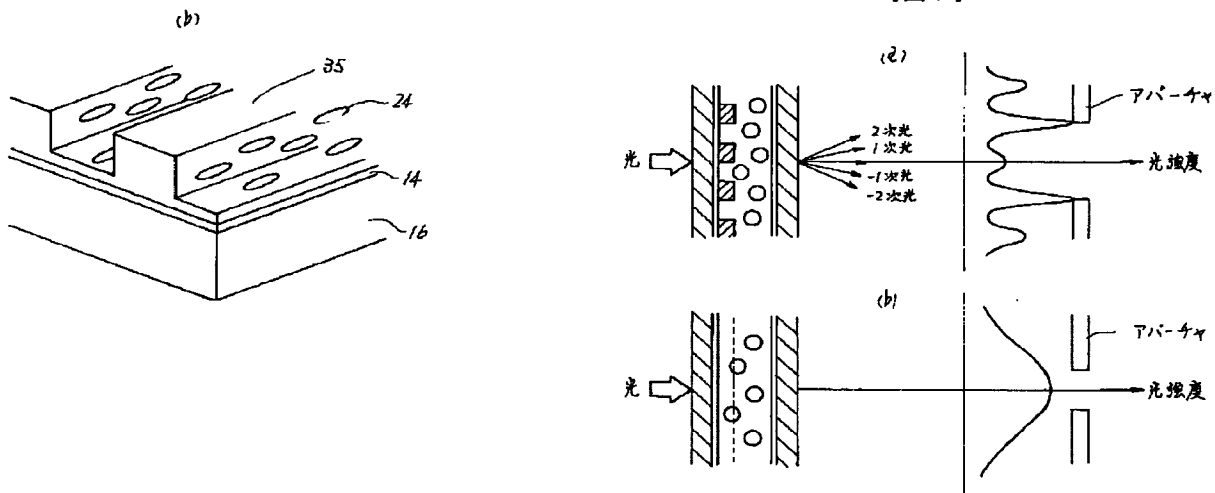
【図3】



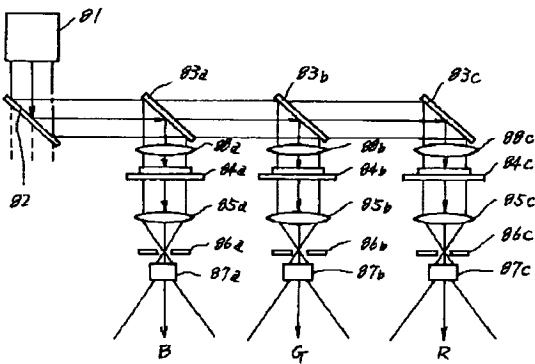
【図6】



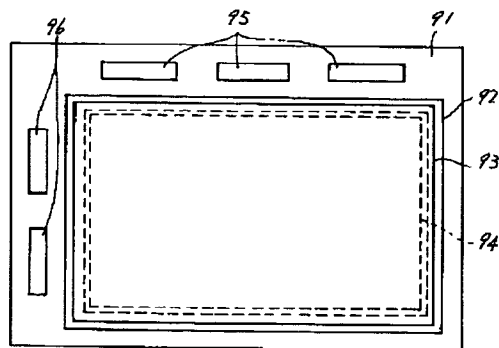
【図7】



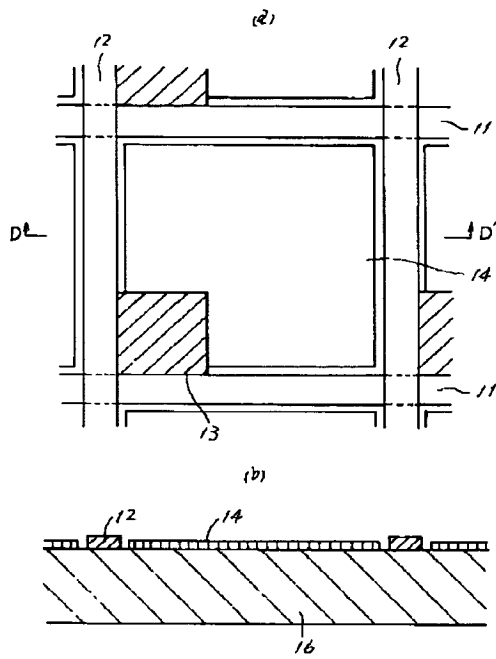
【図8】



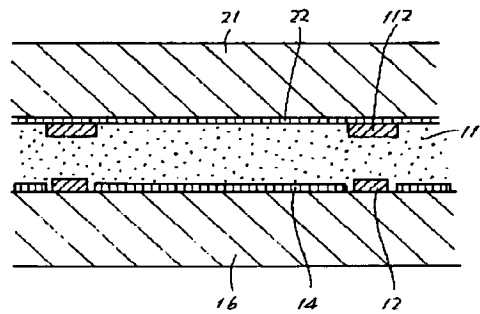
【図9】



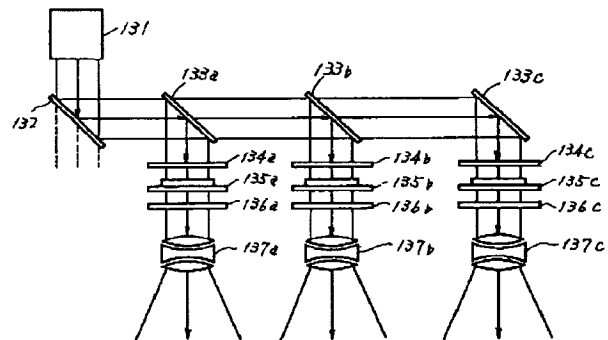
【図10】



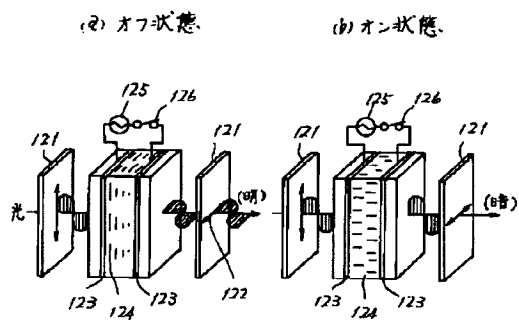
【図11】



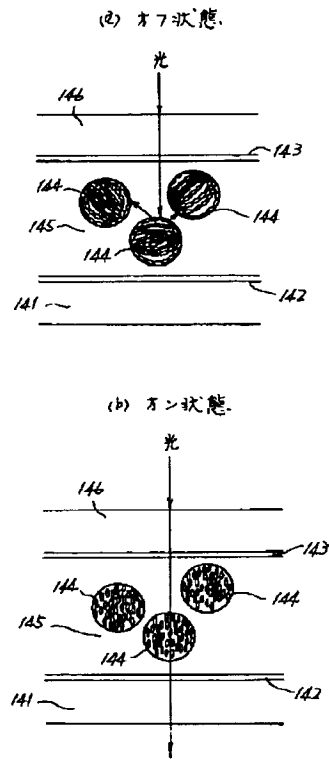
【図13】



【図12】



【図14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭61-86731 (J P, A)
 特開 昭63-137211 (J P, A)
 特開 平4-232917 (J P, A)
 特開 平3-23422 (J P, A)
 特開 昭62-235924 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

G02F	1/1334	
H04N	5/66	102
H04N	5/74	
G02F	1/13	505